

3PE 防腐钢管管端涂层车削质量的 影响因素及控制方法

王治波, 吴加友, 杨继平, 段素梅, 李宝平, 赵锐锋
(宝鸡石油钢管有限责任公司输送管公司, 陕西 宝鸡 721008)

摘 要: 为保证 3PE 防腐钢管管端涂层的车削质量, 通过对车削质量的影响因素进行分析, 并提出相应的控制措施。结果表明, 在车削过程中, 刀具磨损、刀具安装、起刀位置、气缸压力和钢管直度、圆度是影响管端涂层车削质量的主要因素, 建议通过控制修磨刀具夹角、选择最佳起刀位置、合理调节气缸压力及增加管端辅助压辊装置等措施, 提高管端涂层车削质量的稳定性。改进后的工艺可应用于 $\Phi 508$ mm~ $\Phi 1\ 536$ mm 规格 3PE、3PP 防腐钢管管端涂层的车削, 能够满足生产需求。

关键词: 3PE 防腐; 管端涂层; 车削; 修磨

中图分类号: TG506

文献标识码: B

DOI: 10.19291/j.cnki.1001-3938.2022.02.009

Influence Factors and Control Method of Coating Turning Quality of 3PE Anti-corrosive Pipe End

WANG Zhibo, WU Jiayou, YANG Jiping, DUAN Sumei, LI Baoping, ZHAO Ruifeng
(Baoji Petroleum Linepipe Company of BSG Group, Baoji 721008, Shaanxi, China)

Abstract: In order to ensure the turning quality of 3PE anti-corrosion pipe end coating turning process, by analyzing the influencing factors on the turning quality, the corresponding control measures are put forward. The research shows that in the turning process, tool grinding, tool installation, tool starting position, cylinder air pressure, straightness and out of roundness of steel pipe are the main factors affecting the turning quality of pipe end coating. It is suggested that the stability of pipe end coating turning quality can be improved by controlling the included angle of grinding tools, selecting the best tool starting position, reasonably adjusting the cylinder pressure and increasing the auxiliary roller device at the pipe end. The improved process is applied to $\Phi 508$ mm~ $\Phi 1\ 536$ mm 3PE and 3PP anti-corrosion pipe end coating turning can meet the production demand.

Key words: 3PE anti-corrosive; pipe end coating; turning; grinding

0 前 言

目前, 国内通常采用管端打磨的方式去除 3PE 防腐钢管管端涂层, 而车削工艺作为管端外防腐涂层去除的新技术, 同样适应于 3PE、3PP 防腐钢管管端处理, 并且在涂层处理质量、耗材、噪音、粉尘等方面优于管端打磨工艺。其先进性主要表现在以下三方面: ①质量方面, 车削的管端 PE 倒角坡口整齐光滑, 管端预留长度波

动由 10~20 mm 降至 ± 1 mm; ②耗材方面, 车削刀具可以反复修磨使用, 且价格低廉, 耗材费用相比钢丝刷可节约 94%以上, 大幅降低材料消耗; ③环境方面, 设备工作噪音由 99 dB 降至 85 dB 以下, 打磨 PE 粉尘变为 PE 条状, 现场环境明显改善。

但车削过程中影响因素诸多, 需通过分析研究车削过程中各种因素对车削质量的影响, 进一步调整工序, 制定相应措施, 满足生产现场需求。

1 3PE 钢管管端涂层车削工艺及影响因素

1.1 车削工艺

3PE 防腐钢管如图1所示,车削前将钢管置于旋转辊上,通过气缸控制刀具,升至防腐管管端涂层表面,刀具沿钢管轴向进给切削,车削工艺如图2所示。在涂层端面形成一定角度的倒角和符合管线标准的管端预留长度。车削参数的确定如下:①涂层车削速度(钢管自转线速度)最大 0.85 m/s,参考工作速度 0.3 m/s;②车削纵向进给速度最大 7 mm/r,参考工作速度 5 mm/r;③可依据标准管端预留要求设置相应车削量,参考设置为 20~30 mm。此外,可根据钢管规格设置不同参数,达到最佳工作速度。实际应用中,车削工序有诸多控制因素,直接影响涂层车削的质量,甚至造成钢管损伤。

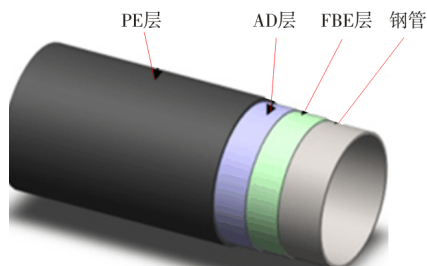


图1 3PE防腐钢管示意图

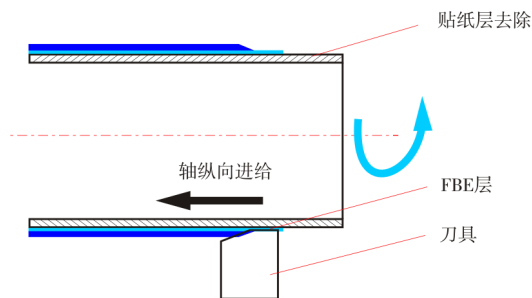


图2 管端车削工艺示意图

1.2 车削质量影响因素分析

1.2.1 刀具磨损

在 GB/T 23257—2017《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》中,要求“聚乙烯层端面应形成不大于 30°的倒角,聚乙烯层端部外宜保留 10~30 mm 的环氧粉末涂层”。采用刀具车削可通过修磨刀具角度保证不同聚乙烯层端面角度要求。实际使用中,在车削不同规格钢管的防腐涂层时,需保证

修磨刀具尺寸相同,一旦刀具发生磨损,尺寸发生变化,会导致聚乙烯层端面坡口顶部出现台阶(如图3所示),或车削不彻底现象(如图4所示)。因此,需对刀具磨损的影响因素进行分析和控制。

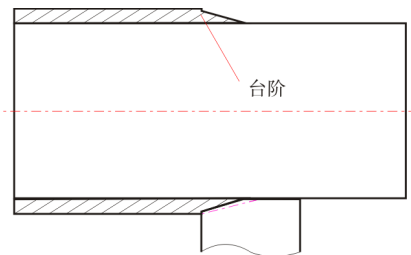


图3 管端涂层车削台阶



图4 涂层车削不彻底

1.2.2 刀具安装

车削采用标准的白钢刀具,刀具安装是车削过程中最重要的步骤之一,在实际使用过程中发现,刀具横切线与钢管表面形成一定夹角时,刀具与钢管表面由线接触变为点接触,这种方式会加速刀具磨损,同时容易在钢管表面留下划痕,造成钢管损伤。因此需严格控制刀具安装。

1.2.3 起刀位置

当顶辊顶住管端后,车削刀具相对于管端的位置即为车削的起始位置。车削刀具与顶辊之间的间距可以通过限位进行调整。在车削之前需要将管端贴纸层去除,依据不同的管线标准要求,贴纸层宽度一般在 100~130 mm。因此车削的起刀位置在贴纸层与涂层之间即可。在实际使用中,刀具起刀位置完全在贴纸层范围时,如果刀具安装不当,则会增大钢管表面残留划痕的概率;而当刀具车削至环氧粉末涂层时,划痕消失,环氧粉末层对管体有一定的保护作用。因此,为避免刀具损伤钢管表面,需严格控制车削起刀位置。

1.2.4 气缸气压

车削时，刀具在涂层表面的压力主要由气缸来调节。在实际使用中，气缸压力过大会损伤钢管表面，甚至损伤环氧粉末层；压力过小，则刀具升降无力，车削涂层不彻底。因此，需要严格控制气缸实际工作压力。

1.2.5 钢管直度和圆度

(1) 钢管直度的影响。在 API SPEC 5L《管线钢管规范》9.11.3.4 中明确要求，直度偏差不得超过钢管长度的 0.2%，每个管端 1.5 m 长度范围内相对于直线的局部偏差 ≤ 3.2 mm。因此管端局部直度可能会影响车削质量。

(2) 钢管管端圆度的影响。API SPEC 5L 中管线钢管对管端圆度的要求见表 1。在实际生产中发现，Φ508 mm~Φ711 mm 规格钢管在旋转辊上旋转时，钢管直度及管端圆度在管端的偏差累加，导致管端有轻微的跳动或波动，影响车削质量。

表 1 API SPEC 5L 管线钢管对管端圆度的要求

规格/mm	管端圆度偏差/mm ($D/t \leq 75$)	偏差范围/ mm
$168.3 < D \leq 610$	$0.015 D$	2.52~9.15
$610 < D \leq 1\,422$	$0.01 D$ (最大 13)	6.1~13

2 控制措施

2.1 刀具磨损方面

按照车削角度等工艺要求修磨的刀具，在使用中磨损量较多，刀具修磨尺寸如图 5 所示。例如，刀具横切线 L 左侧尖角磨损会导致涂层车

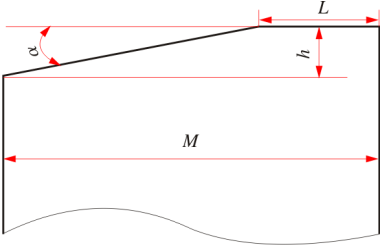


图 5 刀具修磨尺寸示意图

削不彻底，横切线 L 磨损变长会导致 h 变小，使涂层顶部出现台阶，此时需要及时修磨刀具夹角及横切线部位、消除涂层台阶和车削不彻底的问题，确保涂层车削质量。可以通过公式 (1) 计算，作为刀具修磨的尺寸依据。

$$\tan\alpha=h/(M-L)$$
 (1)

式中： h ——实际涂层厚度，且 $h \geq$ 理论涂层厚度，mm；
 M ——刀具宽度，mm；
 L ——横切线长度， L 最优值应 ≥ 10 mm；
 α ——修磨后角度，(°)。

2.2 刀具安装方面

刀具安装时，先将其固定在刀架上，以钢管管端表面为基准，将刀架升起，使刀具横切线贴紧在钢管表面，此时会出现如图 6 所示三种安装位置。图 6 (c) 为正确的安装方式，刀具横切线与钢管表面贴紧贴实，可通过灯光照射来观察是否贴实，便于刀具位置调整。实际使用中，应避免图 6 (a) 和图 6 (b) 的安装方式。同时，在日常使用过程中，每班定期检查，紧固刀具固定螺栓，避免螺栓松动导致刀具位置变动，影响车削质量。

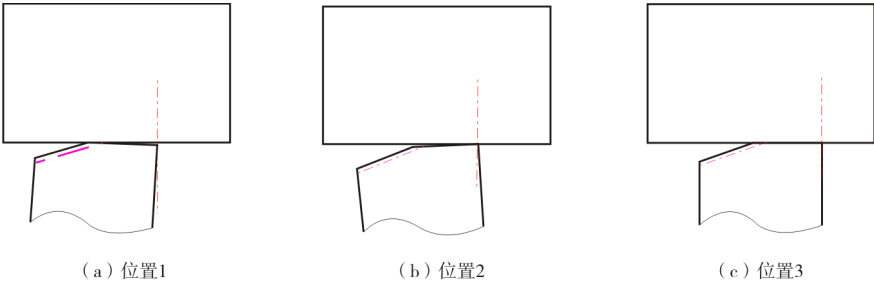


图 6 刀具安装位置

2.3 起刀位置方面

为不伤及钢管及管端环氧粉末层，最佳起刀位置为环氧粉末涂层 3~5 mm 处，刀具起刀位置如图 7 所示。环氧粉末层对钢管起到一定的保护作

用，若从钢管裸管处起刀，刀具与钢管直接接触磨损加快，同时车削量增加，车削效率降低。在车削完成后，粉末预留宽度执行标准要求的上限，避免管端防腐层发生翘皮。

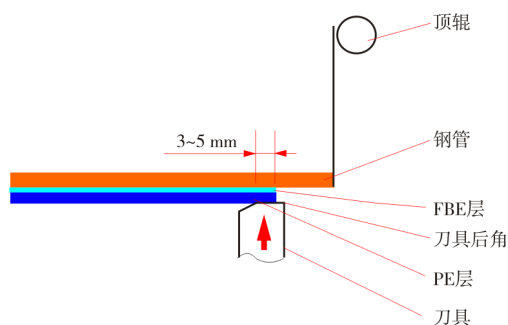


图 7 刀具起刀位置示意图

2.4 气缸气压方面

为了掌握气缸压力调节的合适范围,在不损伤钢管的前提下,按照上述的安装要点完成刀具安装,然后进行试车。

(1) 空载运行。调节气缸压力,反复试验刀架升降,找到可使刀架升起的最小压力值。

(2) 负载试车。以气缸最低压力值控制刀架升起,刀具贴紧钢管表面,旋转钢管,观察刀具在钢管上的痕迹,此时刀具在钢管表面无划痕,可以继续用车削试验;若发现钢管表面有划痕,则刀具安装位置不准确,需要进行再次调整。

(3) 涂层车削试验。观察涂层车削是否彻底,若出现车削不彻底则缓慢增大气缸压力,直至涂层车削质量达标为止。

2.5 钢管直度和圆度方面

为有效消除由于直度或圆度偏差在钢管旋转过程中产生的波动,在车削作业中增加管端辅助压辊装置,如图 8 所示。经实际生产验证,在 $\Phi 508\text{ mm} \sim \Phi 711\text{ mm}$ 规格钢管管端车削作业时,使

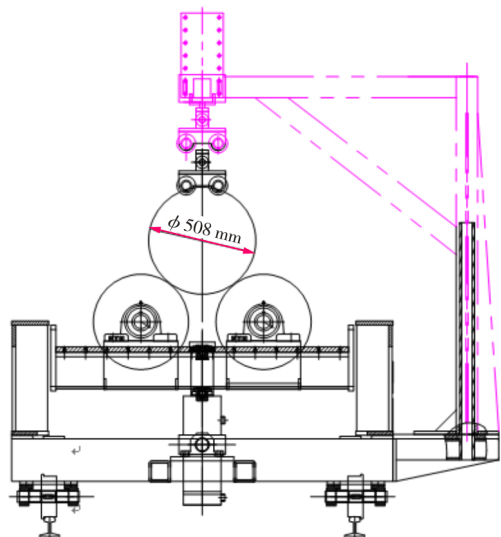


图 8 辅助压辊装置示意图

用管端压辊装置,由气缸控制压辊升降,可保持钢管在旋转过程中的稳定性。 $\Phi 711\text{ mm}$ 以上规格钢管不使用压辊装置即可完成正常车削作业。

3 结束语

在 3PE 防腐钢管管端涂层车削过程中,影响车削质量的主要因素为刀具磨损、刀具安装、起刀位置、气缸压力和钢管直度、圆度。本研究提出的方法可满足 $\Phi 508\text{ mm} \sim \Phi 1\,536\text{ mm}$ 涂层为 3PE、3PP 防腐钢管的管端车削。但由于影响车削质量的因素较多,因此仍需借鉴靠模仿形车削的原理对钢管管端涂层车削工艺进一步研究和改进,从而提高钢管管端涂层车削质量。

参考文献:

- [1] 武怀明,李长春,相政乐,等. 3LPE/PP 防腐管管端涂层处理新工艺[J]. 石化技术,2015,22(2):38,78.
- [2] 黄爱民. 半自动管端双头打磨机的设计应用[J]. 机械研究与应用,2003(S1):56,112.
- [3] 张波,朱建喜. 车削式 3LPE、3PP 防腐管端预留新工艺及设备浅析[J]. 机电产品开发与创新,2014,27(4):141-142.
- [4] 周建彬,王铭浩,押延宁,等. 管道 3LPE 防腐涂层管端保护工艺[J]. 化工管理,2019(16):178-179.
- [5] 田华. 3PE 防腐层坡口机[J]. 石化技术,2017,24(4):62.
- [6] 张爱丽. 钢质管道 3PE 防腐层施工与质量控制技术[J]. 化学工程与装备,2011(9):130-134.
- [7] 刘安明. 一种夹持窄白钢刀的夹刀体[J]. 机械工程师,2003(2):75.
- [8] 舒心予. 铸造打磨工位的岗位通风与空气幕隔尘的气流组织研究[D]. 上海:东华大学,2019.
- [9] 周建彬,王铭浩,押延宁,等. 管道 3LPE 防腐涂层管端保护工艺[J]. 化工管理,2019(16):178-179.
- [10] 王铭浩,陆娟,杨彪,等. 钢管 3LPE 防腐施工中的质量控制[J]. 中国石油和化工标准与质量,2018,38(10):19-20.
- [11] 中国国家标准化管理委员会. 埋地钢质管道聚乙烯防腐层:GB/T 23257—2017[S]. 北京:中国标准出版社,2017.
- [12] 王治波,吴加友,毛浓召,等. 车削工艺在 3PE 防腐钢管管端涂层去除中的应用[J]. 焊管,2021,44(5):56-59.

作者简介:王治波(1986—),男,大学本科,工程师,主要从事钢管防腐设备管理和研究工作。

收稿日期:2021-06-25

修改返回日期:2021-08-23

编辑:郭克星